

KOHLNHYDRATRESORPTION BEIM GESUNDEN
WÄHREND ERNÄHRUNG
MIT EINER FORMELDIÄT

– EINE UNTERSUCHUNG MIT HILFE DES
D-XYLOSE-TESTS –

Rudolf Wallenstätter

1976

Aus der medizinischen Poliklinik der Universität München

Direktor Prof. Dr. N. Zöllner

Kohlenhydratresorption beim Gesunden
während Ernährung mit einer Formeldiät

- eine Untersuchung mit Hilfe des D-Xylose-Tests -

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Rudolf Wallenstätter

aus

München

Jahr

1976



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter:	Priv.Doiz.Dr.G.Wolfram
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. N. Zöllner
Dekan:	Prof. Dr.N.Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	20. Juli 1976

I Einleitung

II Der Versuchsaufbau

1) Versuchspersonen

2) Formeldiätversuch

3) D-Xylose-Test

III Ergebnisse

IV Diskussion

V Zusammenfassung

VI Literaturverzeichnis

I EINLEITUNG

Die Einführung der Formeldiät durch Ahrens et al. (2) brachte einen großen Fortschritt bei der Durchführung von Stoffwechsel- und Ernährungsversuchen. Mit einer solchen Formeldiät ist es möglich über einen längeren Zeitraum eine konstante und gleichzeitig vollwertige Ernährung bei bekannter Zusammensetzung zu verabreichen. Ahrens berichtete 1970 (1) über seine Erfahrungen bei insgesamt 114 Patienten mit einer Hyperlipidämie, die er bis zu 16 Wochen, mindestens jedoch 4 Wochen, mit einer solchen Formeldiät im Gleichgewicht zwischen Nahrungsaufnahme und Energieverbrauch halten konnte.

Der große Vorteil der Formeldiät besteht in der Möglichkeit, die Zusammensetzung nach Belieben zu variieren und damit die Auswirkungen verschiedener Nahrungsbestandteile auf den Organismus sowohl in Abhängigkeit vom Anteil an der gesamten Nährstoffzufuhr als auch im Zusammenwirken der verschiedenen Anteile nicht nur qualitativ, sondern weitgehend auch quantitativ untersuchen zu können. Die Grundbestandteile der in flüssiger oder breiiger Form herzustellenden Diät sind Eiweißpulver, Kohlenhydrate und Fette, sowie Mineralien, Spurenelemente und Vitamine. Zur Erreichung einer ausgeglichenen Stoffwechselsituation müssen zwar jeweils gewisse Mindestanteile enthalten sein, darüberhinaus sind die Bestandteile im Experiment jedoch weitgehend austauschbar.

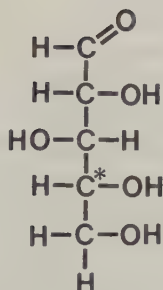
Die Frage nach der Vollwertigkeit einer solchen Ernährung wird mit ja beantwortet, von den meisten Autoren auch die Frage nach der Verträglichkeit (1;33); dabei darf man jedoch nicht darüber hinwegsehen, daß z.B. Ahrens bei einigen seiner Probanden den Versuch wegen intestinaler Störungen

abbrechen mußte. Es erscheint daher notwendig, einmal die Funktion des Verdauungs-, speziell des Resorptionsapparates am Menschen über einen längeren Zeitraum während Formel-diätärnährung zu untersuchen.

Zur Prüfung der Dünndarmfunktion hat sich der D(+)-Xylose-Test als geeignet erwiesen (5;8;10;11;13;18;22;31;36;49), wenn auch Wilson und Dietschy (27), wie auch Than Batu et al. (54) den Test kritisch beurteilen. Dieser Test spiegelt naturgemäß nur die Fähigkeit des Dünndarms zur Resorption von Kohlenhydraten wieder, sagt dagegen über den fermentativen Aufschluß der Nahrungsmittel nichts, und über die Resorption der übrigen Nahrungsbestandteile nur bedingt etwas aus. Eine weitere Möglichkeit der Funktionsdiagnostik ist die Dünndarmsaugbiopsie (28), die jedoch für eine wiederholte Kontrolle unbrauchbar erscheint. Dagegen ist der D-Xylose-Test gerade für Verlaufskontrollen besonders geeignet (28).

Nachdem McCance und Mitarbeiter (9) bereits 1930 Untersuchungen über die Resorption der Xylose am Menschen durchgeführt hatten, benutzten Fishberg und Friedfeld (20) den Test 1932 zur Prüfung der Nierenfunktion. Helmer und Fouts (29) erkannten die Resorption als den begrenzenden Faktor der renalen Ausscheidung oral zugeführter Xylose. Sie gaben den ersten Hinweis zur Verwendbarkeit des Tests in der Diagnostik der Darmerkrankungen.

D-Xylose ist eine Pentose mit dem Molekulargewicht 150, die in manchen Früchten und Hölzern, besonders Buchenholz, natürlicherweise vorkommt und vom Menschen gewöhnlich in geringen Mengen aufgenommen wird (4;12).



Die schwach aber unangenehm süß schmeckende Substanz wird auch als Holzzucker bezeichnet.

D(+)-Xylose

Der Mechanismus der Xylose-Resorption ist noch nicht völlig geklärt. Ursprünglich war man der Ansicht, Xylose würde lediglich passiv dem Konzentrationsgefälle folgen (55). Laszt (37) zeigte die Phosphorylierung verschiedener Zucker durch Darmschleimhautextrakte, konnte diese aber bei Xylose nicht beobachten. In diesen Arbeiten, wie auch bei Helmer und Fouts (29) und Fishberg und Friedfeld (20), wird jedoch noch nicht zwischen den verschiedenen Isomeren unterschieden, die sich biologisch nicht gleich verhalten.

Csáky und Lassen (16) wiesen an Ratten in vivo einen aktiven Transportmechanismus nach, Salomon et al. sind überzeugt von einer Carrier-beschleunigten Diffusion (48). Die Transportwege für D-Xylose und Glucose scheinen jedenfalls in einem Zusammenhang zu stehen: So hemmt nach Csáky (15) und Schedl et al. (50) D-Xylose den Transport von Glucose kompetitiv, nach Salomon et al. (48) ist dieser Effekt jedoch sehr gering oder überhaupt nicht vorhanden, dagegen hemmt Glucose die Resorption von D-Xylose. Fisher und Nimmo (24) weisen den Carrier-Transport an menschlichen Erythrozyten nach. Einen aktiven Transportmechanismus glauben auch Brien et al. (7) nachweisen zu

können. Alvarado (3) konnte für die D-Xylose-Resorption am Hamster-Dünndarm Sättigungskinetik nachweisen, K_m war dabei etwa 100 x höher als bei Glucose. Der Transportmechanismus war auch wie bei Glucose durch Phlorrhizin kompetitiv hemmbar. Zwischen Glucose und D-Xylose fand er darüberhinaus eine reziprok kompetitive Hemmung. Salomon, Allums und Smith (48) zeigten, daß Glucose einen Xylose-Counterflow auch gegen ein Konzentrationsgefälle auszulösen vermag.

Frühere Untersuchungen (20;29) gingen davon aus, daß D-Xylose innerhalb des Körpers nicht am Stoffwechsel teilnimmt. Schon McCance und Madders (9) wiesen jedoch darauf hin, daß von fünf Gramm parenteral zugeführter D-Xylose nur durchschnittlich 2,2 Gramm über die Nieren wieder ausgeschieden werden. Wyngaarden et al. (60) zeigten unter Verwendung radioaktiv markierter D-Xylose, daß nur etwa 40 % der parenteral zugeführten Menge unverändert über die Nieren ausgeschieden, dagegen ca. 13 % sehr schnell metabolisiert und als CO_2 über die Lunge abgeatmet wird. Nach dieser Arbeit wurden im Urin allerdings keine markierten Stoffwechselprodukte gefunden, wogegen Pittkänen und Svinhufvud (44) zwischen acht und achtzehn Prozent der zugeführten C^{14} -D-Xylose als C^{14} -D-Threitol im Urin wiederfanden.

Sowohl Wyngaarden et al. (60) als auch Brien et al. (7) berichten über einen Abfall des Serumspiegels an anorganischem Phosphat bei Zufuhr von Xylose und schließen daraus auf eine Stoffwechselbeteiligung. Darüberhinaus ist der Xylose-Serumspiegel im Experiment durch Insulin beeinflussbar, wie Segal, Wyngaarden und Foley (51) sowie auch Christiansen et al. (13) zeigen konnten. Eine eingeschränkte Leberfunktion hat jedoch keinen Einfluß auf die Ausscheidung der Xylose über die Nieren (13;31;60), wogegen der Abfall des Serumspiegels bei Wyngaarden's zwei Zirrrose-

Patienten mit leichtem Aszites deutlich unter der Norm lag (60).

Die Menge der tatsächlich resorbierten Substanz bestimmten McCance und Madders (9) mit dem Quotienten

Stoffwechsel = 1,27 durchschnittlich für infundierte Xylose; Ausscheidung

nach ihren Werten werden 4,3 Gramm von 5 Gramm oral verabreichter Xylose resorbiert. Fordtran et al. (23) errechneten, daß durchschnittlich 58 % einer 25 Gramm Dosis im Dünndarm, davon wiederum 90 % in den oberen Abschnitten resorbiert werden. Im Ileum fanden sie noch eine Restkonzentration von 1,5 - 2,5 %. Christiansen und Mitarbeiter geben eine Resorption von 65 % an (13).

Oral zugeführte Xylose wird hauptsächlich in den oberen Abschnitten des Dünndarms resorbiert (50). Der Blutspiegel steigt im Laufe von ein bis zwei Stunden steil an um dann schnell wieder abzufallen (5;9); dieser Abfall wird auch dann beobachtet, wenn wegen einer Resorptionstörung große Mengen im Darmlumen verbleiben. Der Höhepunkt der Ausscheidung durch die Niere liegt etwa eine Stunde nach Einnahme, unabhängig von der endgültig ausgeschiedenen Menge (9).

Verfälscht werden die Ergebnisse durch Verschiebungen des extrazellulären Flüssigkeitsvolumens (13;42). Die Urin-Xylosewerte können dabei deutlich reduziert sein.

Bei kleinen Kindern gibt der Test mit zunehmendem Alter etwas ansteigende Werte (28), beim Erwachsenen sinken sie mit zunehmendem Alter wieder etwas ab. Diese Besonderheiten sind jedoch praktisch ohne Bedeutung.

Trotz des zum Teil unklaren Verbleibs der Testsubstanz hat sich der D-Xylose-Test wegen des relativ konstanten Anteils der resorbierten und ausgeschiedenen Menge zur Diagnostik von Malabsorptionszuständen allgemein durchgesetzt (22;46).

Andere Testsubstanzen mit einer gegenüber Xylose höheren Affinität zum Hexose-Transportsystem, wie 3-O-methyl-D-Glucose, die zu 100 % wieder aus dem Harn gewonnen werden kann, werden zu rasch und zu leicht aus dem Darmlumen resorbiert, als daß sie für die Beurteilung einer nur gering eingeschränkten Resorption herangezogen werden könnten (21). Ähnliches gilt für Testverfahren mit Glucose oder Fructose (?).

Der D-Xylose-Test, in der Literatur auch als Xylose-Toleranz-Test (XTT) (36), orale D-Xylose-Belastung (43) und D-Xylose-Absorptions-Test (5) bezeichnet, wird heute als klinische Routinemethode sowohl in der Zöliakiediagnostik bei Kindern (28;43) als auch bei Erwachsenen (5;35) angewandt. Darüberhinaus wurden mit Hilfe des Tests in den Tropen zum Teil noch unerklärbare Malabsorptionszustände erkannt (14;19;25;36;40;41;52). In Europa wurde die Methode auch zur Aufklärung von Resorptionsstörungen aufgrund nutritiver Faktoren herangezogen (6;30;31), was auch die Aufgabe dieser Arbeit ist.

II VERSUCHSAUFBAU

1) Versuchspersonen

An dem vom 5. November bis 20. Dezember 1973 durchgeführten Ernährungsversuch waren sechs Männer im Alter von 24 - 32 Jahren als freiwillige Versuchspersonen beteiligt. Angaben über Größe und Gewicht der Versuchspersonen finden sich in den Legenden zu den Abbildungen 1 - 6. Alle Personen waren gesund und boten anamnestisch und klinisch keinen Hinweis auf eine Resorptionsstörung. Die Motivation, den 45 Tage dauernden Versuch korrekt durchzuführen, war für alle Beteiligten gegeben. Der Verfasser dieser Arbeit war selbst in die Untersuchung eingeschlossen. Alle Teilnehmer waren Studenten und besuchten ohne Einschränkung ihre Vorlesungen und Kurse.

2) Formeldiätversuch

Die Diät wurde in flüssiger Form verabreicht. Die ausgewogenen Rationen waren in handelsüblichen Milchtüten verpackt und gekühlt ohne weiteres über einige Tage lagerfähig, so daß die Rationen für mehrere Tage mit nach Hause genommen werden konnten, wenn sich die Probanden nicht ohnedies zu Untersuchungen im Stoffwechsellabor einfinden mußten. Der Ablauf des Versuchs, der vier verschiedene Zusammensetzungen der Formeldiät vorsah, war von vornherein einschließlich der Termine für die Laboruntersuchungen festgelegt (Tabelle 1). Für die Tage, an denen der D-Xylose-Test durchgeführt werden sollte, wurden jeweils zwei Teilportionen mit $1/6$ Tagesration gesondert abgepackt. Um eine möglichst vollständige und gleichmäßige Aufnahme der Nährstoffe zu gewährleisten, sollte die Tagesportion in möglichst vielen kleinen Mengen über den Tag verteilt eingenommen werden. Die vier verschiedenen Kostformen wurden nach dem in Tabelle 1 angegebenen Diätplan verabreicht.

Tabelle 1

Person	D i ä t														
	I	II	I	III	I	III	I	I	I	II	I	I	I	IV	IV
A	I	II	I	III	I	III	I	I	I	II	I	I	I	IV	IV
B	I	III	I	IV	I	IV	I	I	I	II	I	I	I	II	II
C	I	IV	I	II	I	II	I	I	I	III	I	I	I	III	III
D	I	III	I	IV	I	IV	I	I	I	II	I	I	I	II	II
E	I	IV	I	II	I	II	I	I	I	III	I	I	I	III	III
F	I	IV	I	II	I	II	I	I	I	III	I	I	I	III	III
G	I	II	I	III	I	III	I	I	I	IV	I	I	I	IV	IV
Xylosetest	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Versuchstag 1	1	4	7	12	15	16	20	22	27	30	31	36	37	42	45

Im Versuchsplan waren für die verschiedenen Personen zum Teil unterschiedliche Reihenfolgen der einzelnen Diäten vorgesehen. Immer folgt jedoch einer 6-Tage-Periode der "Standarddiät" I eine 9-tägige Periode einer der abweichenden Diäten II, III oder IV.

Tab. 2 Die Formeldiät I entspricht in ihrer Zusammensetzung etwa einer normalen mitteleuropäischen Ernährung. Die Prozentangaben beziehen sich auf die enthaltene Energie (ca. 3000 kcal.).

Formeldiät I ("Standarddiät")

14 % Eiweiß:	Hyperprotidine ^(R)
41 % Fette:	Butter 19,4 % Olivenöl 17,6 % Safloröl 4,3 %
45 % Kohlenhydrate	Maltodextrin ^(R) (Oligosaccharide)
100 %	

Tab. 3 In Formeldiät II ist der Anteil der Kohlenhydrate erhöht; sie werden hier in Form des Disaccharids Saccharose gegeben. Bei den Fetten ist der Anteil der ungesättigten Fettsäuren erniedrigt.

Formeldiät II ("Butter")

14 % Eiweiß:	Hyperprotidine ^(R)
34,5 % Fette:	Butter
51,5 % Kohlenhydrate:	Südzucker ^(R) (Saccharose)
100 %	

Tab. 4 In Formeldiät III ist die Butter als tierisches Fett durch Maiskeimöl ersetzt.

Formeldiät III ("Maiskeimöl")

14 % Eiweiß:	Hyperprotidine (R)
34 % Fette:	Maiskeimöl
52 % Kohlenhydrate:	Südzucker (R) (Saccharose)
100 %	

Tab. 5 In Formeldiät IV ist die Zufuhr von Fetten auf die unbedingt nötige Menge der mehrfach ungesättigten Fettsäuren beschränkt zugunsten einer exzessiven Zufuhr von Saccharose.

Formeldiät IV ("Saccharose")

14 % Eiweiß:	Hyperprotidine (R)
3 % Fette:	Safloröl (Distelöl)
83 % Kohlenhydrate:	Südzucker (R) (Saccharose)
100 %	

Die Kalorienzufuhr für die einzelnen Personen wurde nach dem Durchschnitt der in der letzten Woche vor Versuchsbeginn aufgenommenen Kalorienmenge festgesetzt. Um größere Gewichtsverluste zu vermeiden, mußte sie jedoch während des Versuchs bei allen Probanden erhöht werden, bei einigen sogar mehrfach. Die Zusammensetzung der verschiedenen Formeldiäten geht aus den Tabellen II - V hervor.

3) D-Xylose-Test

Der D-Xylose-Test läuft im klinischen Betrieb normalerweise folgendermaßen ab:

Der Patient nimmt morgens nüchtern 25 Gramm D-Xylose in 500 ml Wasser gelöst möglichst schnell ein, nachdem er vorher die Blase entleert hat. Während der folgenden fünf Stunden soll der Patient nichts essen und sich möglichst wenig bewegen, im allgemeinen liegt er im Bett, oder sitzt ruhig in einem Stuhl. Im Laufe der ersten zwei Stunden trinkt er noch weitere 500 ml Wasser. Nach fünf Stunden wird der Harn gesammelt und zur Auswertung in das Labor gebracht.

Um eine Unterbrechung der Nahrungsaufnahme über einen längeren Zeitraum zu vermeiden, mußte der Xylose-Test für diese Untersuchung insofern modifiziert werden, als die von allen anderen Autoren geforderte strenge Nahrungskarenz für die Nacht vor dem Test und während der fünf Stunden der eigentlichen Testzeit aufgegeben wurde. Darüberhinaus war es auch nicht möglich, die freiwilligen Versuchspersonen für die wiederholten Tests in ihrer Aktivität einzuschränken; es wurde daher von vornherein darauf verzichtet. Die Probanden nahmen 25 Gramm D-Xylose morgens nüchtern zusammen

mit 1/6 ihrer Tagesration, mindestens verdünnt auf 500 ml, ein. Drei Stunden nach Versuchsbeginn sollte dann die nächste 1/6 Tagesration, wiederum verdünnt auf mindestens 500 ml, eingenommen werden. Fünf Stunden nach Versuchsbeginn wurde der Harn gesammelt, um die D-Xylose-Ausscheidung zu bestimmen. Eine vermehrte Flüssigkeitsaufnahme war gestattet und, besonders bei Testdiät IV wegen der hohen osmotischen Aktivität der Formeldiät, auch vonnöten.

Zu Vergleichszwecken wurde einige Tage vor Beginn der Formeldiät ernährung sowie 27 Tage nach deren Beendigung der D-Xylose-Test unter Nüchternbedingungen durchgeführt.

Es erwies sich als zweckmäßig, jedem Probanden eine genaue Anweisung zur Durchführung des Tests in schriftlicher Form in die Hand zu geben, insbesondere mit der Aufforderung, jeweils sofort die genauen Uhrzeiten sowie die genauen Mengen der Getränke zu notieren. Zusätzlich wurden Angaben über Stuhlgang, insbesondere Durchfall sowie deren Häufigkeit gesammelt. In einigen Fällen wurde starker Stuhl drang, dem wegen der äußeren Umstände nicht nachgegeben werden konnte, als Stuhlgang gewertet. Bei der Übergabe des gesammelten Urins wurden dann die Protokolle sofort überprüft, um etwaige Unklarheiten noch besprechen zu können.

Die Bestimmung der D-Xylose-Konzentration im Urin erfolgte nach der, von Roe und Rice (47) angegebenen Methode:

Urin wird mit einem Reagenz aus Thioharnstoff, Eisessig und p-Bromanilin zehn Minuten auf 70° C erhitzt. Dabei wird die Xylose zu Furfurol umgewandelt, das mit p-Bromanilin ein rotes Kondensations-

produkt bildet. Der Thioharnstoff wirkt als Antioxydans. Nach schneller Abkühlung unter fließendem Wasser wird die Probe eine Stunde im Dunkeln bei Zimmertemperatur nachentwickelt. Die Extinction wird am Photometer gemessen und ist gemäß dem Lambert-Beer'schen Gesetz direkt proportional der Farbstoffkonzentration und damit der D-Xylose-Konzentration im Harn.

Apparate: Photometer der Firma Eppendorf
mit 546 nm-Filter
Wasserbad auf 70° C eingestellt.

Reagenzien: D-(+)-Xylose Standard-Lösung 0,5 g %:

500 mg D-(+)-Xylose mit kaltgesättigter
Benzoessäurelösung in aqua dest. auf 100 ml
lösen (die Benzoessäure wirkt als Konservierungsstoff, die Lösung ist bei Zimmertemperatur unbeschränkt haltbar).

D-(+)-Xylose-Reagenz:

p-Bromanilin puriss. 2g
Thioharnstoff 4g
Essigsäure p.a. ad 100 ml

Ansätze nach Oestreicher et al. (28):

Reagenz	5,0 ml	5,0 ml	5,0 ml
Urin	20 µl	--	--
aqua dest.	--	20 µl	--
Standardlösung	--	--	20 µl

Die Bestimmungen wurden in der Regel sofort nach Abschluß des Tests vorgenommen, an den Tagen, an denen das nicht möglich war, wurde jeweils eine Probe entnommen und bis zur Bestimmung bei -17° C gelagert. Bei diesem Vorgehen kommt es im Verlauf einer Woche nicht zu Veränderungen der Messergebnisse (5;13).

Das Xylosereagenz ist im Dunkeln bei 4° C nur etwa zwei Wochen haltbar; um Fehler von dieser Seite von vorneherein auszuschließen, wurde es wöchentlich frisch angesetzt.

Bei den ersten Tests zeigte sich, daß die angegebenen Ansätze, die zur Bestimmung einer pathologisch erniedrigten D-Xylose-Ausscheidung durchaus geeignet sein mögen, für die vorliegende Untersuchung zu hoch waren, d.h., die Farbstoffkonzentration und damit die Extinction lagen nicht mehr im genauesten Meßbereich des Photometers. Ab dem 20. Versuchstag wurden deshalb jeweils anstelle von 20 μ l nur noch 10 μ l Urin, Standard und aqua dest. beigegeben. Wegen des laufend frischen Ansatzes des Reagenz und zur Erhöhung der allgemeinen Meßgenauigkeit wurden jeweils drei Ansätze der Standardlösung mitbestimmt. Von jeder Probe wurde immer in drei Ansätzen die D-Xylose bestimmt und dann das Mittel der gemessenen Werte genommen.

III ERGEBNISSE

Das Ergebnis des Vortests zusammen mit den Ergebnissen anderer Autoren für gesunde Personen, die nach derselben Methode gewonnen wurden, sind aus Tabelle 6 zu ersehen. Daneben sind die Ausscheidungswerte dieser Untersuchung 27 Tage nach Beendigung der Formeldiät ernährung eingetragen. Die eigenen Werte vor Beginn der Formeldiät ernährung liegen gegenüber allen Vergleichswerten am höchsten und streuen dabei außerordentlich gering. Im Vergleich zu den Werten des Vortests liegen die Ergebnisse 27 Tage nach Beendigung des Experiments mit $5,89 \pm 1,09$ g signifikant niedriger ($p < 0,01$) im unteren Bereich der Vergleichswerte.

Tabelle 6

Autoren	Anzahl der Personen	Mittel $\pm$ Standardabweichung (g)	Streubereich
Benson et al. (12)	24	$6,5 \pm 1,2$	4,1 - 8,2
Brien et al. (33)	12	$6,14 \pm 0,70$	5,0 - 7,2
Butterworth et al. (53)	114	$5,7 \pm 1,4$	---
Christiansen et al. (19)	10	$6,76 \pm 0,88$	5,6 - 8,2
Gardner (55)	42	$5,6 \pm 0,6$	---
Joske und Curnow (52)	50	$6,6 \pm 1,4$	3,3 - 9,2
Shamma'a und Ghazanfar (54)	11	$7,5 \pm 0,27$	5,9 - 8,9
Eigene Werte, bei Normalkost	6	$7,63 \pm 0,16$	7,01 - 8,48
Eigene Werte, 27 Tage nach Versuchsende	6	$5,89 \pm 1,09$	4,79 - 7,25

In den Protokollen für die einzelnen Teilnehmer (Abbildung 1 - 6) sind die Ergebnisse der D-Xylose-Tests zusammen mit sonstigen relevanten Daten dargestellt. Zusätzlich sind in Tabelle 7 die Werte aller Versuchspersonen gesammelt.

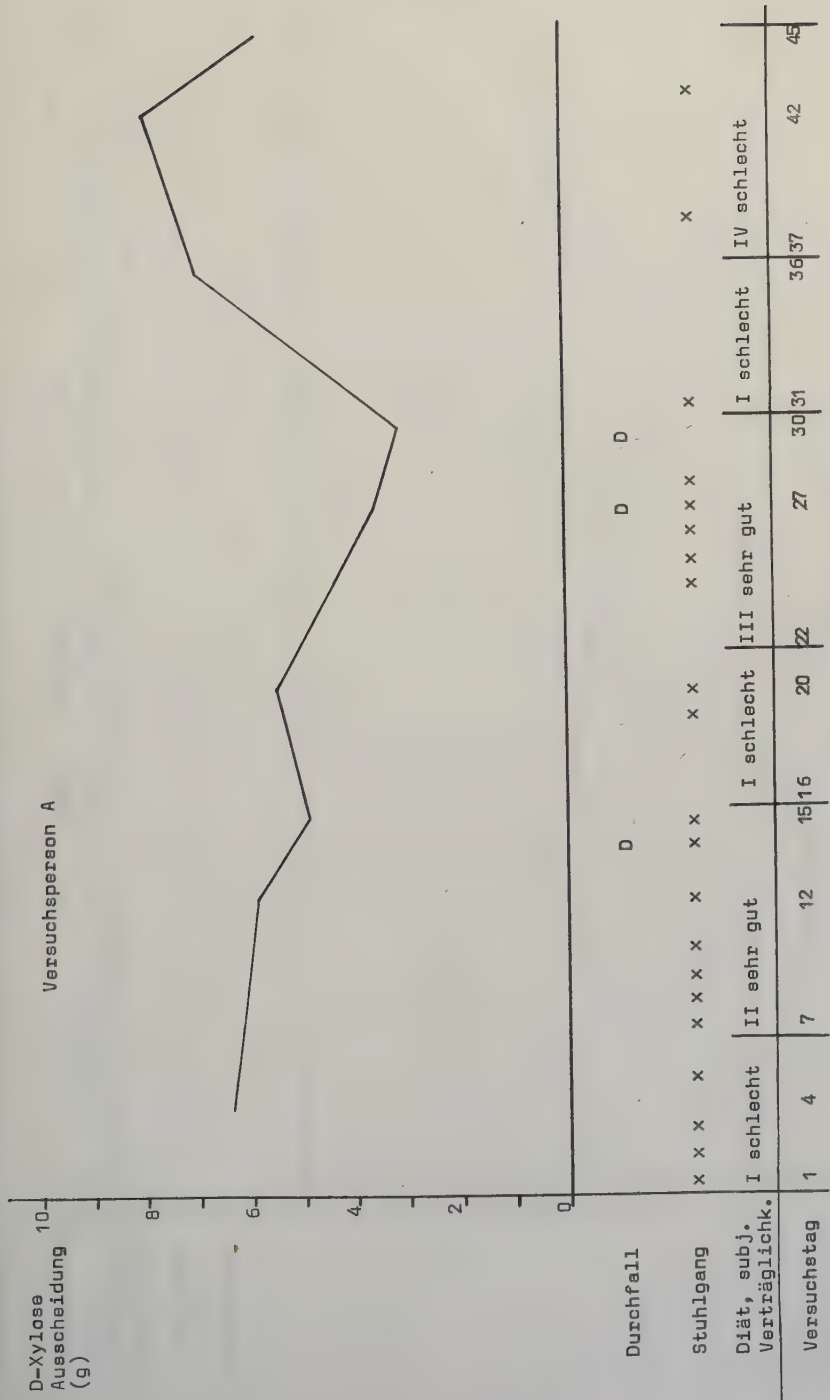
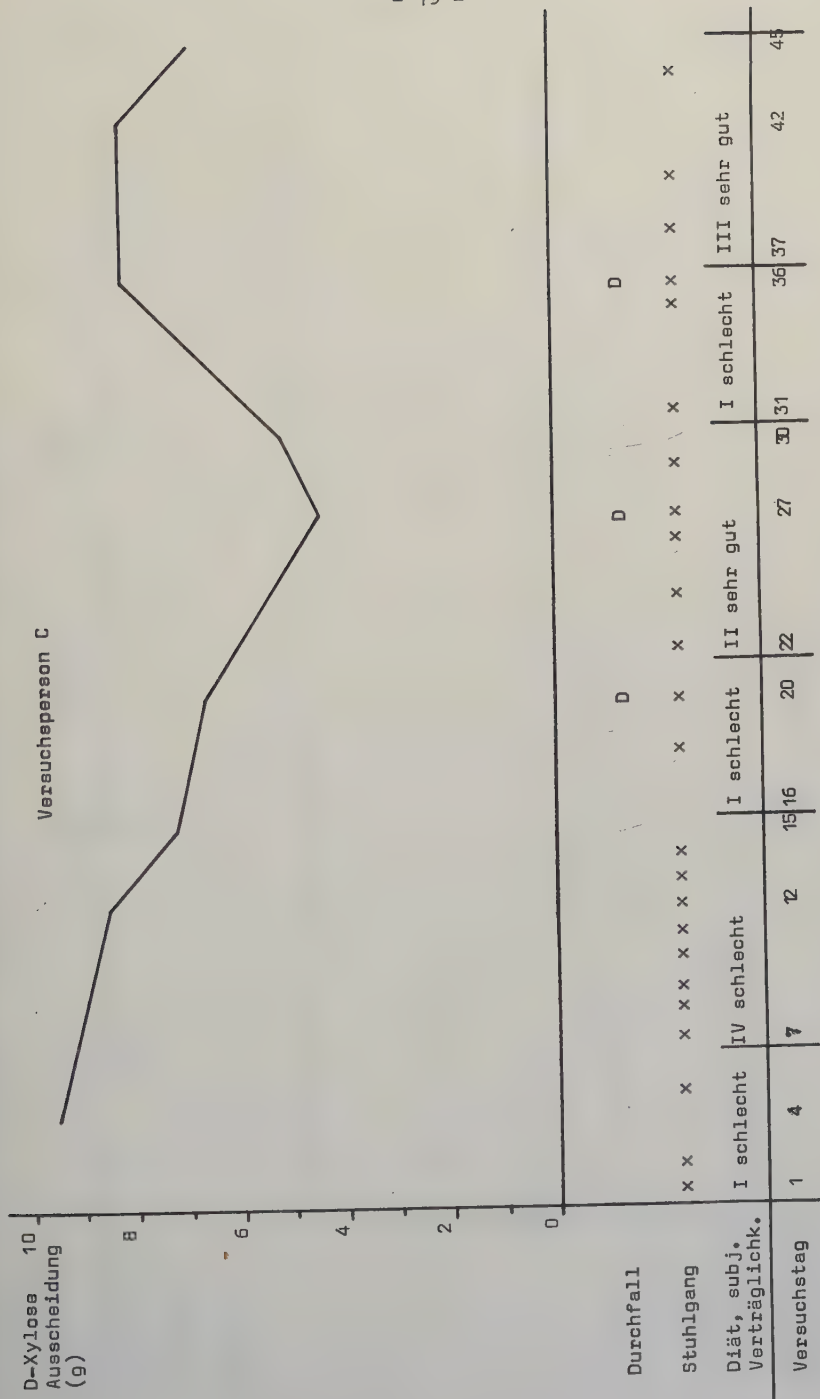


Abbildung 1 Versuchsperson A wog bei einer Größe von 180 cm 80,5 kg.



Versuchsperson C wog bei einer Größe von 180 cm 91,0 kg.

Abbildung 3

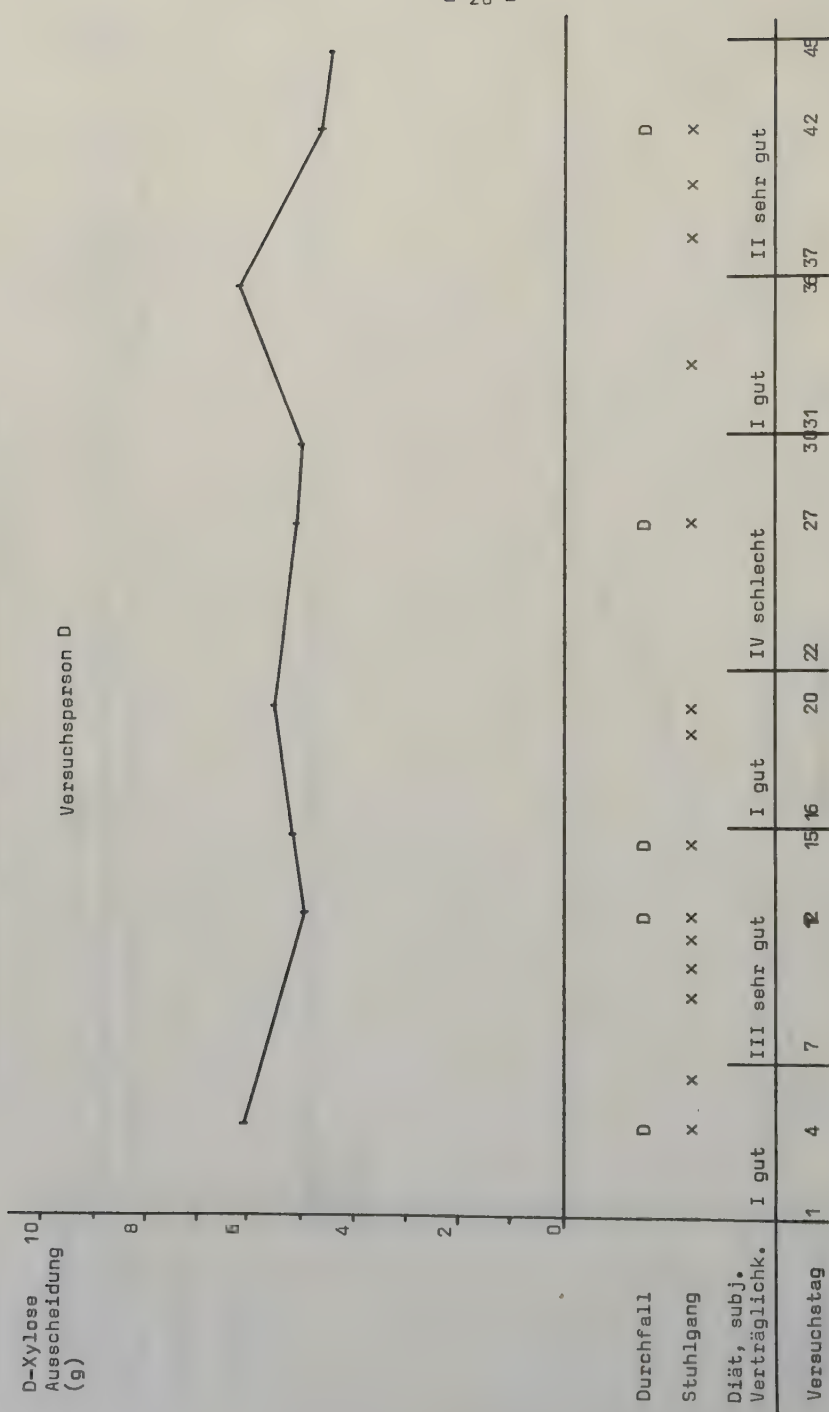


Abbildung 4 Versuchsperson D wog bei einer Größe von 184 cm 80,0 kg.

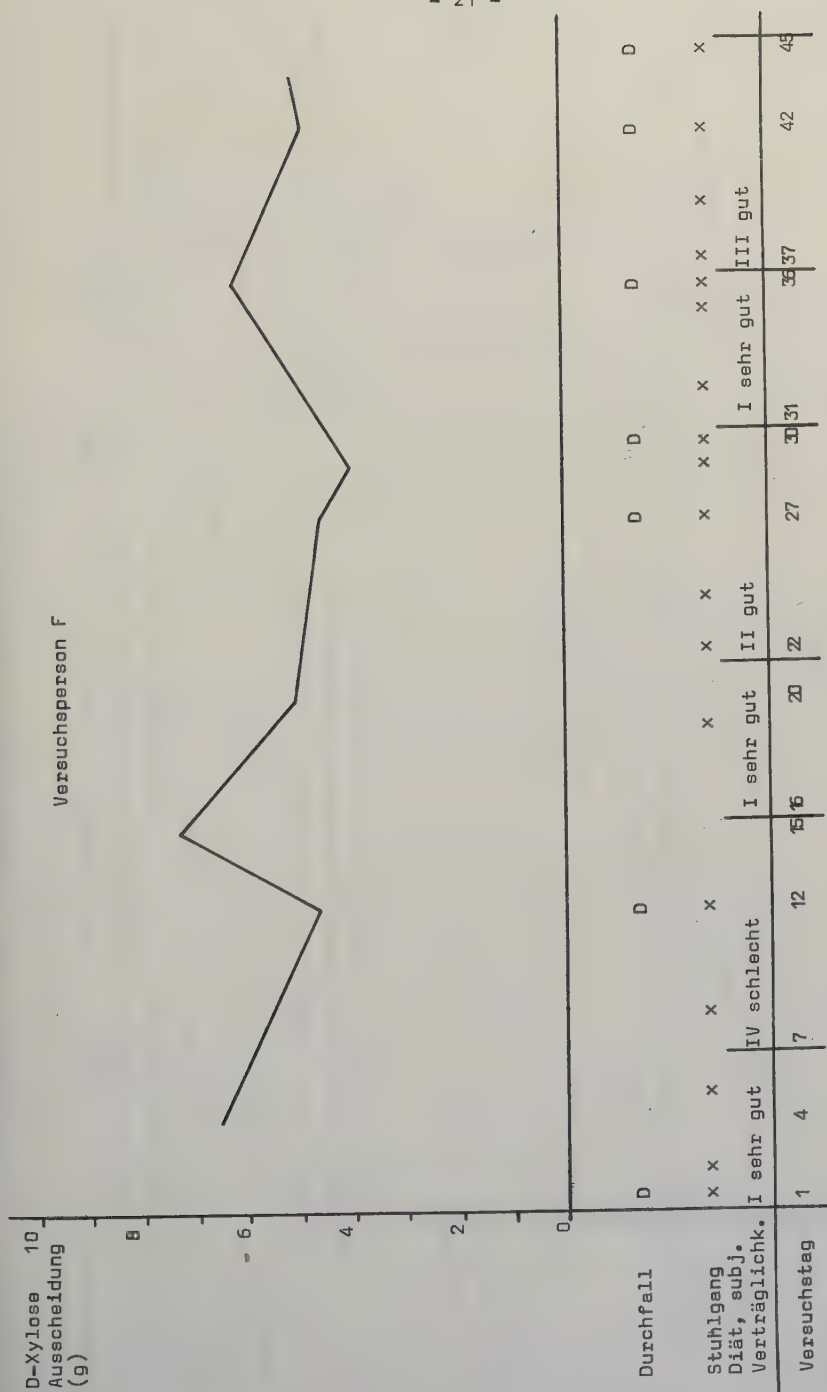
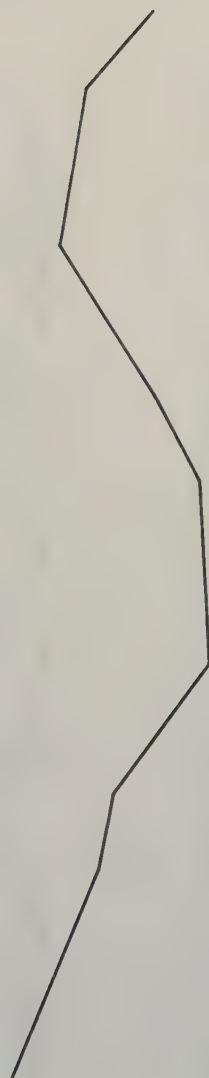


Abbildung 5 Versuchsperson F wog bei einer Größe von 178 cm 67,0 kg.

D-Xylose
Ausscheidung
(g)

Versuchsperson G



- 22 -

Durchfall

Stuhlgang

Diät, subj.
Verträglichk.

Versuchstag

D

x

I sehr gut

1

D

x

I sehr gut

4

D

x

II gut

7

D

x

III sehr gut

12

D

x

I sehr gut

16

D

x

I sehr gut

20

D

x

I sehr gut

22

D

x

I sehr gut

27

D

x

IV schlecht

31

D

x

I sehr gut

36

D

x

IV schlecht

37

D

x

IV schlecht

42

D

x

IV schlecht

48

Abbildung 6

Versuchsperson G wog bei einer Größe von 182 cm 82,4 kg.

		Vorversuch	D i ä t v e r s u c h										Nachuntersuchung
Datum		31.10. 2.11.	8.11.	16.11.	19.11.	24.11.	1.12.	4.12.	10.12.	16.12.	19.12.		
Versuchstag		-5. -3.	4.	12.	15.	20.	27.	30.	36.	42.	45.	+27.	
Versuchs- person	A	7,76	6,42	5,89	4,95	5,53	3,76	3,22	7,03	8,05	5,88	4,85	
	B		7,01	7,68	4,15	5,08	5,41	6,08	2,92	5,28	4,68	4,59	6,04
	C	7,32	9,51	8,54	7,23	6,69	4,49	5,21	8,20	8,23	6,88	7,25	
	D		7,83	6,09	4,92	5,16	5,52	5,13	5,00	6,21	4,64	4,46	5,30
	F	7,39	6,53	4,68	7,30	5,16	5,16	4,71	4,02	6,27	4,93	5,11	7,08
G	8,48	8,55	6,92	6,61	4,83	4,83	5,04	5,84	7,75	7,25	5,99	4,79	
Mittelwert		7,63	7,46	5,85	6,01	5,52	4,85	4,37	6,79	6,30	5,49	5,89	
S.D.		0,16	1,36	1,64	1,11	0,63	0,08	1,17	1,08	1,73	0,93	1,09	

Tabelle 7

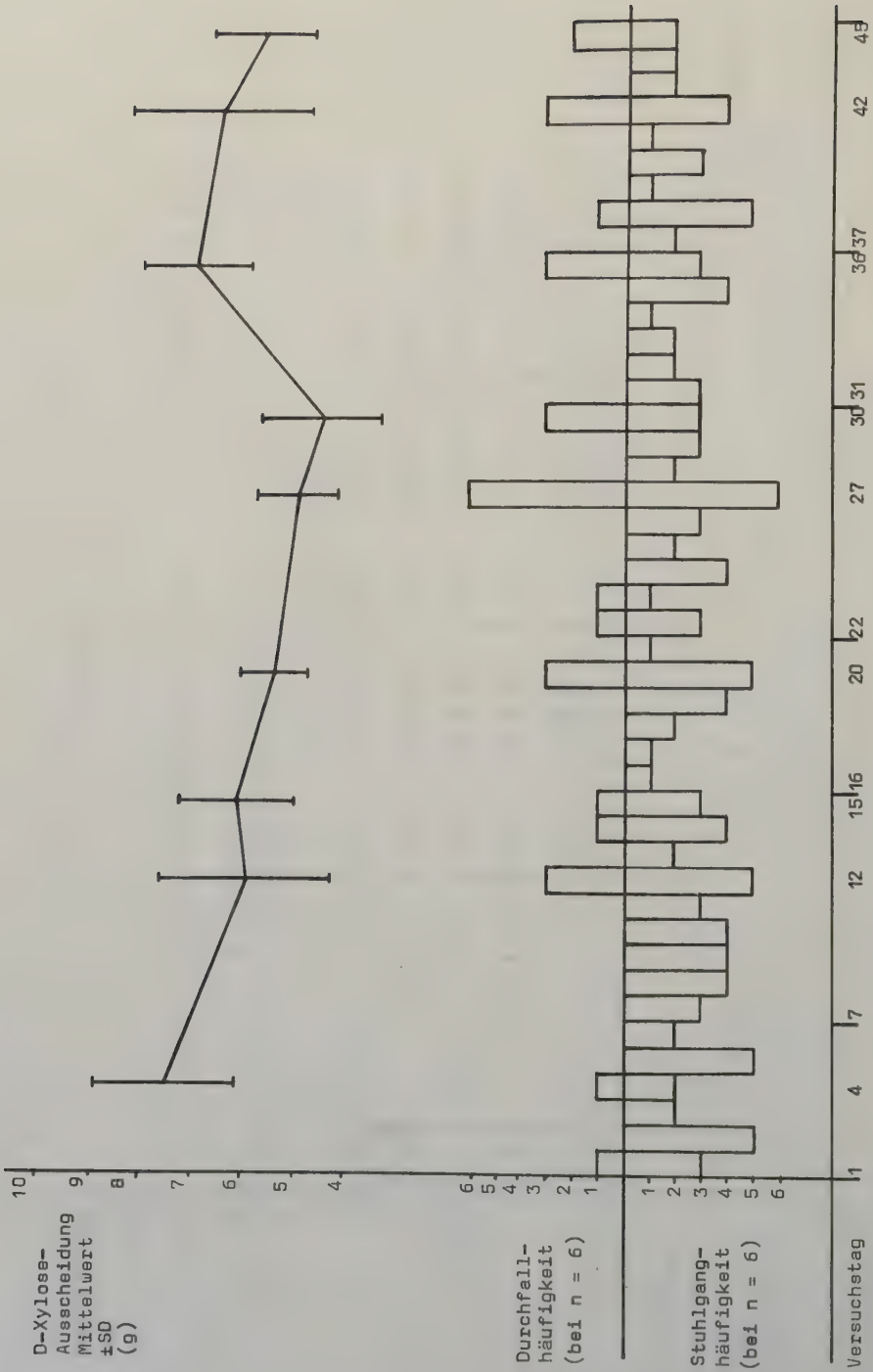
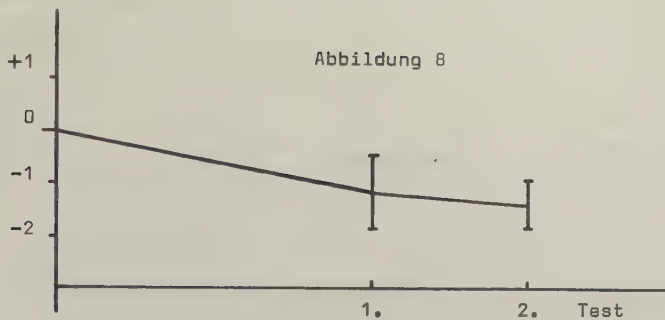


Abbildung 7 Mittelwertverlauf über die gesamte Versuchsdauer, Häufigkeit von Durchfall und Stuhlgang bei allen Versuchspersonen.

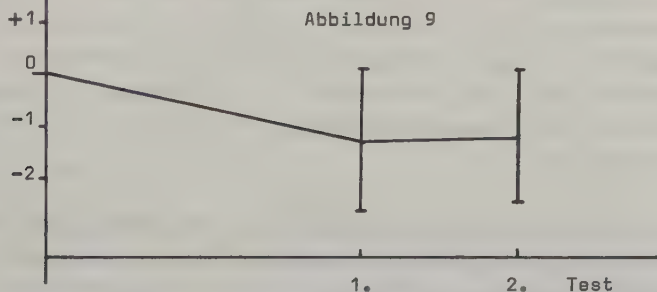
Abweichung von
Standarddiät (=0)

- 25 -



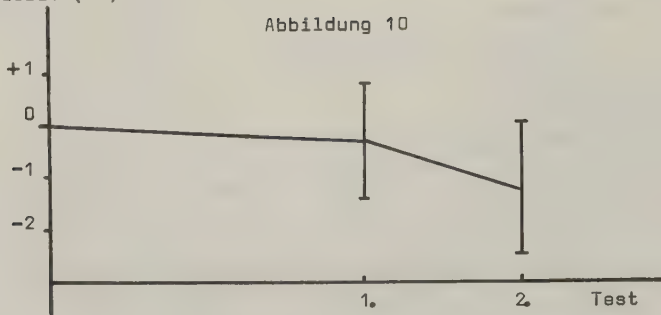
Veränderungen der D-Xylose-Ausscheidung unter Diät II (Butter)
gegenüber der vorangegangenen Diät I.

Abweichung von
Standarddiät (=0)



Veränderungen der D-Xylose-Ausscheidung unter Diät III (Maiskeimöl)
gegenüber der vorangegangenen Diät I.

Abweichung von
Standarddiät (=0)



Veränderungen der Xylose-Ausscheidung gegenüber der vorangegangenen Diät I unter Diät IV (Saccharose).

Nach wiederholten D-Xylose-Tests traten während der fünf Stunden der Testdauer gehäuft Durchfälle und zum Teil starker Stuhl drang auf. Die Werte der Probanden mit einer dieser Erscheinungen lagen im allgemeinen deutlich unter dem Durchschnitt ($p < 0,001$) (Abbildung 11). Die Durchfallhäufigkeit erreichte am 27. Versuchstag einen Höhepunkt und sank dann wiederum ab.

Die Häufigkeit des Stuhlgangs während der Untersuchung weist lediglich den natürlichen Zusammenhang mit dem oben erwähnten Auftreten von Durchfall auf, ein Zusammenhang mit den Ergebnissen ist darüberhinaus nicht zu erkennen (Abbildung 7).

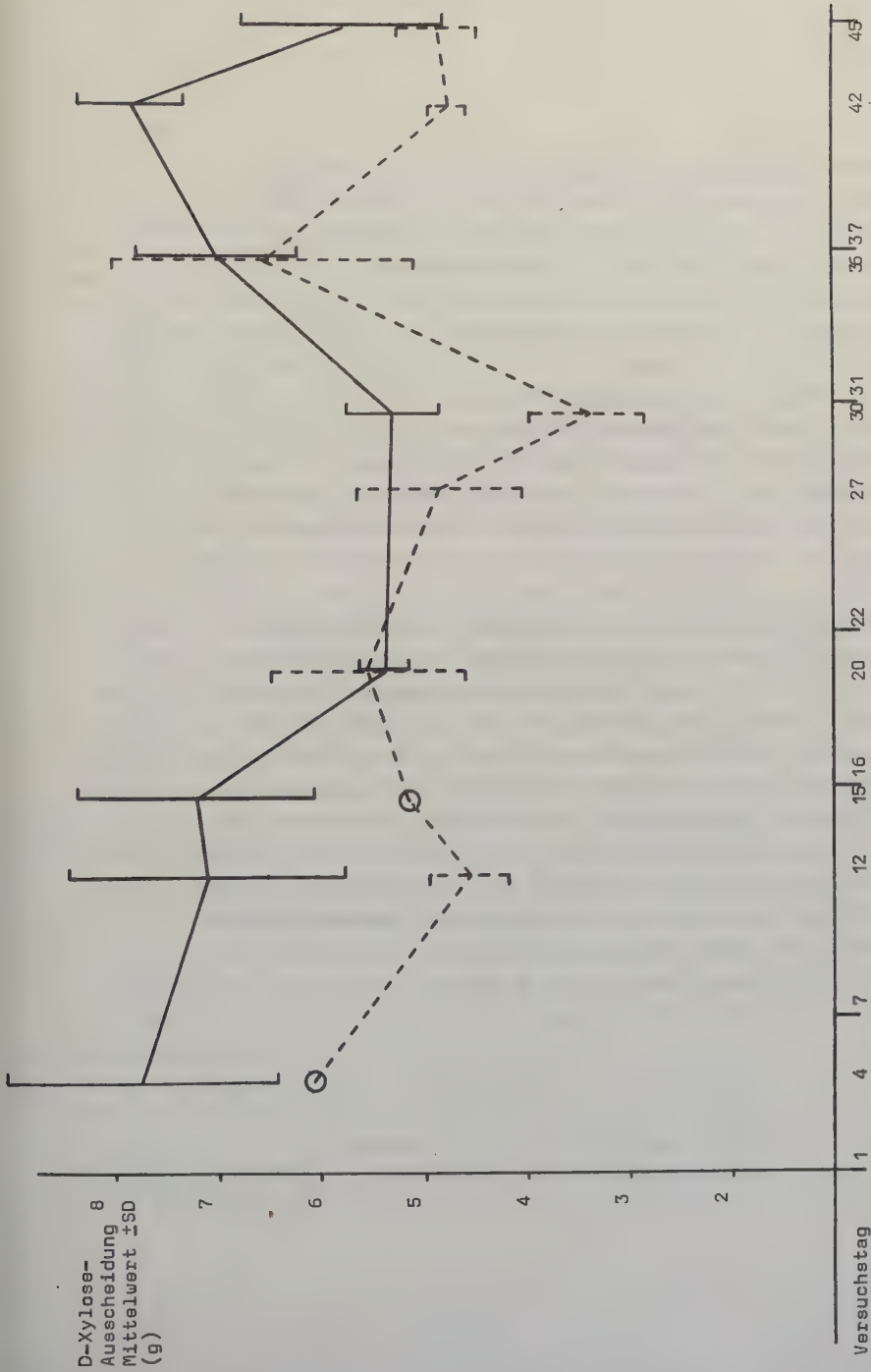


Abbildung 11 Vergleich der Werte ohne (durchgehend) und mit (gestrichelt) Durchfall; ○ Einzelwert

Die Streuung der Werte nahm sofort zu Beginn des Versuchs gegenüber der Voruntersuchung zu. Insbesondere die Werte für die einzelnen Teilnehmer schwankten von Test zu Test erheblich: A verzeichnete vom 30. zum 36. Tag einen Anstieg um 3,81 g; B schied am 12. Tag 3,53 g weniger aus als noch am 4. Tag.

Im Verlauf der Untersuchung fielen die Durchschnittswerte signifikant von zu Beginn 7,46 g bis auf 4,37 g am 30. Versuchstag ab ($p < 0,01$). Vom 30. Tag stiegen die Werte jedoch völlig unerwartet wieder an ($p < 0,05$). Im Verlauf des 45-tägigen Versuches wurde kein stabiles Niveau erreicht (Abbildung 7).

Um die Ergebnisse der verschiedenen Formeldiäten direkt untereinander vergleichen zu können, mußte das allgemeine Absinken der Ausscheidungswerte rechnerisch eliminiert werden. Das geschah durch Berechnung der Abweichungen der Ausscheidungswerte während der verschiedenen Diäten von denen während der jeweils vorangegangenen "Standarddiät"-Ernährung. Deren Ergebnis wurde also gleich Null gesetzt und dann die Werte für die einzelnen Kostformen zusammengefaßt. Jedoch auch bei dieser Berechnung ergaben sich keine statistisch meßbaren Unterschiede zwischen den Formeldiäten II (Butter), III (Maiskeimöl) und IV (Saccharose) (Abbildungen 8, 9, 10).

IV DISKUSSION

Nach dem Abgehen von dem beim D-Xylose-Test üblichen strengen Nüchterngebot wäre ein sofortiger deutlicher Abfall der Ausscheidungswerte zu erwarten gewesen. Eine solche Abweichung hätte die Untersuchung nicht gestört, da für eine Verlaufsbeobachtung die absoluten Werte nicht von großer Bedeutung sind. Eine solche Reaktion blieb jedoch aus. Benson und Mitarbeiter (5) hatten aus den Ergebnissen ihrer Untersuchungen, in denen D-Xylose als Teil einer Testmahlzeit zusammen mit anderen einfachen Zuckern, Gelatine und Harnstoff gegeben wurde, das Nüchterngebot bestätigt. Christiansen und Mitarbeiter fanden, wenn die D-Xylose bis zu zwei Stunden vor oder nach einem "normalen Frühstück" (USA) gegeben wurde, durchschnittlich 10% niedrigere Werte (13). Benson et al. erwogen als Ursache die verzögerte Magenpassage, wogegen jedoch Irsigler und Mitarbeiter (31) eine Verbesserung der Xylose-Ausscheidung infolge verlangsamter Magenpassage bei fettreicher Ernährung fanden. Zweifellos ist die Magenpassage der Xylose in Kombination mit einem Formeldiätfrühstück langsamer als allein in Wasser gelöst. Es ist anzunehmen, daß auf diese Art die Testsubstanz langsamer und gleichmäßiger ins Duodenum gelangt. Nachdem die Resorption der D-Xylose praktisch nur in den obersten Darmabschnitten stattfindet, wird sie durch ein langsames, durch den Pylorusmechanismus portioniertes Angebot in diesem Bereich zweifellos begünstigt. Eine zu große zeitliche Verzögerung ist wegen der niedermolekularen Zusammensetzung der Formeldiät auch nicht zu erwarten.

Auf diese Weise könnte die Resorptionsbehinderung durch die am Transportweg konkurrierenden, aus der Formeldiät stammenden Kohlenhydrate in etwa ausgeglichen worden sein.

Die Zunahme der Streuung nach Beginn der Formeldiät-nährung ist nicht verwunderlich, da die Resorption durch die Vielzahl der beteiligten Faktoren in individuell nicht vorhersehbarer Weise beeinflusst wird. Die vermehrte Streuung ist jedoch nicht auf Unterschiede zwischen den verschiedenen Diätformen zurückzuführen.

Die stark schwankenden Werte für die einzelnen Versuchspersonen bei wiederholten Untersuchungen wurden bereits von anderen Autoren beschrieben (36;40), ohne daß eine Erklärung dafür angegeben wurde.

Für das allmähliche Absinken der D-Xylose-Ausscheidung während der ersten 30 Tage und den darauffolgenden Wiederanstieg können lediglich Erklärungsversuche gegeben werden, eine schlüssige Interpretation ist aus den Ergebnissen dieser Untersuchung nicht möglich. Womöglich wirken auch mehrere Faktoren zusammen, die sich gegenseitig beeinflussen oder überlagern.

Die Ernährung mit einer schlackenfreien Kost führt selbstverständlich wegen der geringen Füllung zu einer Einschränkung der normalen Motilität des Intestinaltraktes. Es steht zunächst zu erwarten, daß es in dem nahezu still liegenden Darmrohr zu Verschiebungen der Zusammensetzung und der Anzahl der vorhandenen Keime kommt (10;45).

Es könnte zu einer pathologischen Besiedelung des Dünndarms kommen, die von einigen Autoren als ursächlich für Malabsorptionszustände nachgewiesen (27;53) oder immerhin verdächtigt wurde (10;41). Die niedrige D-Xylose-Ausscheidung kann entweder durch die direkte Nutzung der D-Xylose durch im Lumen vorhandene Keime für ihren eigenen Stoffwechsel (1;10;17;27;56) oder durch die Umwandlung der nicht-resorbierten Kohlenhydrate durch Mikroorganismen in Milchsäure und die dadurch ausgelöste Diarrhoe (53) verursacht werden. Beschleunigte Darmpassage führt zur Einschränkung der Xylose-Resorption (38).

Die Fähigkeit der Xylose-Utilisation kann durch Genübertragung mittels Bakteriophagen im entsprechenden Milieu auch erst erworben werden (26). So könnte es bei wiederholter Xylose-Einnahme erst allmählich zu einer Steigerung der Utilisation durch entsprechend herangezüchtete Mikroorganismen und damit zu einem allmählichen Abfall der Ausscheidung kommen. Unter Formeldiät enthält allerdings der Stuhl nach ca. 14 Tagen nahezu keine lebenden Bakterien mehr, eingeschlossen Anaerobier (58); wahrscheinlich geht die Resorption dabei in den oberen Darmabschnitten so schnell vor sich, daß wenig oder keine Nährstoffe für ein Bakterienwachstum zurückbleiben. Formeldiät enthält allerdings in der Regel keine D-Xylose, die nicht vollständig resorbiert wird.

Lerman und Heggeness (39) beobachteten bei ihren Versuchen an jungen Ratten im Zusammenhang mit Xylose-reicher Ernährung Enzyminduktionen: Zunächst wird der Glucoseumsatz in der Linse so stark vermindert, daß es zum Auftreten von Katarakten kommt, nach etwa 16 Tagen werden jedoch wieder

normale Verhältnisse erreicht, die Katarakte schwinden. Da D-Xylose normalerweise vom Menschen weder vollständig resorbiert noch die resorbierte Menge vollständig verstoffwechselt wird, ließe sich mit einer Enzyminduktion sowohl ein Absinken (Enzyminduktion in der Leber) als auch ein Ansteigen (Enzyminduktion am Transportweg) der Ausscheidungswerte erklären. Immerhin fanden Sammons und Mitarbeiter (49) bei an sechs Tagen hintereinander wiederholten D-Xylose-Tests ansteigende Ausscheidungswerte (ein Proband).

Während unseres Versuchs stieg die Durchfallhäufigkeit an und erreichte am 27. Versuchstag einen Höhepunkt (Abbildung 7), sie läßt damit einen Zusammenhang mit dem Verlauf der Mittelwertkurve erkennen.

Noch deutlicher ist der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Durchfall während des Xylose-Tests und den hier signifikant geringeren Ergebnissen (Abbildung 11). Damit dürfte wohl die Meinung widerlegt sein, das gelegentliche Auftreten von Durchfall sei für den D-Xylose-Test ohne Bedeutung, wenngleich die Ergebnisse durch eine solche beschleunigte Darmpassage allein wohl nicht bis auf pathologische Werte absinken.

Die Beurteilung der Formeldiät ernährung als völlig verträglich (33;59) kann nach der vorliegenden Untersuchung nicht uneingeschränkt bestätigt werden. Die Resorptionskapazität des Dünndarms - fortlaufend kontrolliert mittels

des D-Xylose-Tests - nimmt unter einer solchen Ernährung offenbar ab. Es kommt zu einem Absinken der Testergebnisse, was eine deutliche Funktionseinschränkung im Sinne der Malabsorption vermuten läßt.

V ZUSAMMENFASSUNG

Formeldiät ernährung hat sich klinisch in der Diagnose und Therapie sowie für Stoffwechselstudien bewährt.

An sechs gesunden Männern im Alter von 24 - 32 Jahren wurden während eines 45-tägigen Ernährungsversuchs mit vier verschiedenen Formeldiäten Resorptionsuntersuchungen mittels des D-Xylose-Tests durchgeführt.

Es kam im Verlauf der ersten dreißig Tage zu einem deutlichen Abfall der über die Nieren wieder ausgeschiedenen Menge D-Xylose, in einem Fall bis zu einem Wert, der an einen Malabsorptionszustand denken läßt.

Während des letzten Versuchsdrittels stiegen die Ausscheidungswerte von D-Xylose wieder gering an.

Unterschiede in der D-Xylose-Ausscheidung zwischen der "Butter"-, "Maiskeimöl"- und "Saccharosediet" ergaben sich nicht.

Während des Versuchs stieg die Durchfallhäufigkeit beim D-Xylose-Test allgemein an, erreichte am 27. Tag einen Höhepunkt und sank dann wieder etwas ab. Trat Durchfall im Zusammenhang mit dem D-Xylose-Test auf, so lagen die Ergebnisse signifikant unter den Vergleichswerten.

Für den Abfall und den Wiederanstieg der D-Xylose-Ausscheidung werden einige Erklärungsversuche angegeben.

VI LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Ahrens E.H.Jr.
The Use of Liquid Formula Diets in Metabolic Studies:
15 Years Experience - Advances in Metabolic Disorders
Vol. 4; Acad. Press New York, London 1970 -
- 2) Ahrens E.H.Jr., Dole V.P., Blankenhorn D.H.
The Use of Orally-fed Liquid Formulas in Metabolic Studies
- Am. J.Clin.Nutr. 2: 336 - 343 (1954) -, zit. bei
Kämmerer-Kanter H.
- 3) Alvarado F.
D-Xylose Active Transport in the Hamster Small Intestine
- Biochim. Biophys. Acta 112: 292 - 306 (1966)
- 4) Beilstein
Organische Chemie, 4. Aufl. Verlag Jul. Springer Berlin 1918
- 5) Benson J.A. Jr., Culver P.J., Ragland S., Jones C.M.,
Drummay G.D., Bougas E.
The D-Xylose Absorption Test in Malabsorption Syndromes
- New England J. Med. 256: 335-9 (1957)
- 6) Bernt H. Xyloseresorption bei chron.Alkoholismus
Deutsch. med. Wschr. 94: 1893 (1969)
- 7) Brien F.S., Turner D.A., Watson E.M., Geddes J.H.
A Study of Carbohydrate and Fat Absorption from the Normal
and Diseased Intestine in Man 1. The Absorption and
Excretion of D-Xylose - Gastroenterology 20: 287 - 293 (1952)
- 8) Butterworth C.E.Jr., Perez-Santiago E., Martinez de Jesus J.,
Santini R.
Studies on the Oral and Parenteral Administration of
D-(+)-Xylose - New Engl. J. Med. 261: 157 - 164 (1959)

- 9) Mc. Cance R.A., Madders K.
Comparative Rates of Absorption from Human Intestine
- Biochem. J. 24: 795 - 801 (1930) -
- 10) Caspary W.F.
The Xylose Test and Intestinal Absorption
- The Lancet 1 April 22, 1972 S.905 -
- 11) Caspary W.F.
On the Mechanism of D-Xylose Absorption from the Intestine
- Gastroenterology 63: 531 - 532 (1972) -
- 12) Chang Chien M.C., Huang P.C., Tung T.C.
Effects of Prolonged Feeding of D-Xylose on Rats
- J. Formos.Med. Ass. 72: 467 - 471 (1973) -
- 13) Christiansen Ph.A., Kirschner J.B., Ablaza J.
D-Xylose and its Use in the Diagnosis of Malabsorptive States
- Am. J. Med. 27: 443 - 453 (1959) -
- 14) Cook G.C.
Impairment of D-Xylose Absorption in Zambian Patients
with Systemic Bacterial Infections
- Am. J. Clin. Nutr. 25: 490 - 493 (1972)
- 15) Csáky T.Z.
D-Xylose Inhibits Competitively the Intestinal Absorption
of Glucose - unveröffentlicht, zit. n. Csáky T.Z., Lassen U.V.
Zitat 16 -
- 16) Csáky T.Z., Lassen U.V.
Active Intestinal Transport of D-Xylose
- Biochim. Biophys. Acta 82: 215 - 217 (1964)
- 17) David J.D., Wiesmeyer H.
Control of Xylose Metabolism in Escherichia Coli
- Biochim. Biophys. Acta 201: 497 - 499 (1970) -

- 18) Dietze F., Laue R., Reitzig P., Schulz H.-J., Wendlandt H.
Enterale Xyloseresorption in Abhängigkeit von der Dünndarm-
funktion - Z. Ges. Inn. Med. 27: 467 - 470 (1972)
- 19) Einstein L.P., Mackay D.M., Rosenberg I.H.
Pediatric Xylose Malabsorption in East Pakistan:
Correlation with Age, Growth Retardation and Weanling Diarrhes
- Am. J. Clin. Nutr. 25: 1230 - 1233 (1972) -
- 20) Fishberg E.H., Friedfeld L.
The Excretion of Xylose as an Index of Damaged Renal Function
- J. Clin. Invest. 11: 501 - 512 (1932) -
- 21) Fordtran J.S., Clodi P.H., Soergel K.H.
Sugar Absorption Tests with Special Reference to 3-O-Methyl-
D-Glucose and D-Xylose - Ann. Intern. Med. 57: 883 - 891 (1962) -
- 22) Fordtran J.S., Ingelfinger F.J.
Absorption of Water, Electrolytes and Sugars from the Human Gut
- Handbook of Physiology S.6, Vol III: 1457 (1968 Washington) -
- 23) Fordtran J.S., Soergel K.H., Ingelfinger F.J.
Intestinal Absorption of D-Xylose in Man - New. Engl. J. Med. 267:
274 - 279 (1962) -
- 24) Fisher R.B., Nimmo I.A.
The Mechanism of the Permeation of Celles by Non-Electrolytes
- Q.J.Exp.Phys. 57: 162 - 175 (1972) -
- 25) Gardner F.H.
A Malabsorption Syndrome in Military Personnel in Puerto Rico
- Arch. Internal Med. 98: 44 - 60 (1956) -
- 26) Gelbart S.M., Juhasz S.E.
Transduction in Mycobacteriumphlei - Antonie van Leeuwenhoek 39:
1 - 10 (1973) -
- 27) Goldstein F., Karacadag S., Wirts C.W., Kowlessar O.D.
Intraluminal Small-Intestinal Utilization of D-Xylose by
Bacteria. A Limitation of the D-Xylose Absorption Test.
- Gastroenterology 59: 380 - 386 (1970) -

- 28) Harms K.

Die Bedeutung des oralen D-Xylose-Tests in der Diagnostik und Verlaufskontrolle der Cöliakie - Z. Kinderheilkunde 114: 221 - 232 (1973) -

- 29) Helmer O.M., Fouts P.J.

Gastrointestinal Studies VII The Excretion of Xylose in Pernicious Anemia - J.Clin.Invest. 16: 343 - 349 (1937) -

- 30) Irsigler K., Pointner H.

Xyloseresorption bei chronischem Alkoholismus - Deutsch. med. Wchr. 94 II: 2297 (1969) -

- 31) Irsigler K., Pointner H., Krypsin-Exner K.

Xyloseresorption in Beziehung zu Leberfunktion und Ernährung bei chron. Alkoholismus - Deutsch. med.Wschr. 94: 1532 - 1536 (1969) -

- 32) Joske R.A., Curnow D.H.

The D-Xylose Absorption Test - Austr. Ann.Med. 11: 4 - 14 (1962) -

- 33) Kämmerer-Kanter H.

Zur Vollwertigkeit und Verträglichkeit von Formeldiäten - Protokoll eines Ernährungsversuches - - Diss.Mchn. 1975 -

- 34) Kendall M.J.

The Influence of Age on the Xylose Absorption Test - Gut 11: 498 - 501 (1970) -

- 35) Kendall M.J., Nutter S., Hawkins C.F.

Testing Gluten Sensitivity by the Xylose Test - Lancet 1: 667 - 668 (1972) -

- 36) Keusch G.T., Plaut A.G., Troncale F.J.

The Interpretation and Significance of the Xylose Tolerance Test in the Tropics - J.Lab.Clin.Med. 75: 558 - 565 (1970) -

- 37) Laszt C.

Die Phosphorylierung verschiedener Zucker durch Darmschleimhautextrakte - Biochem.Ztschr.276: 44 - 48 (1935) -

- 38) Launiala K.

The Effect of Unabsorbed Sucrose- or Mannitol-Induced Accelerated Transit on Absorption in the Human Small Intestine - Scand.J.Gastroent. 4: 25 - 32 (1969) -

- 39) Lerman S., Heggeness F.M.

The Metabolism of Xylose by the Ocular Lens of the Rat - Biochem.J. 79: 224 - 229 (1961) -

- 40) Lindenbaum J.

Small Intestine Dysfunction in Pakistanis and Americans Residing in Pakistan - Amer.J.Clin.Nutr. 21: 1023 (1968) -

- 41) Lindenbaum J., Kent T.H., Sprinz H.

Malabsorption and Jejunitis in American Peace Corps Volunteers in Pakistan - Ann.Intern.Med. 65: 1201 (1966) -

- 42) Marin G.A., Clark M.L. Senior J.R.

Distribution of D-Xylose in Sequestered Fluid Resulting in False-Positive Tests for Malabsorption - Ann.Intern.Med. 69: 1155 - 1162 (1968) -

- 43) Oestreicher R., Richterich R., Rossi E.

Der diagnostische Wert der Xylose-Belastung bei Kindern - Dtsch.med.Wschr. 89: 1111 - 1115 (1964) -

- 44) Pitkänen E., Svinhufvud U.

Excretion of D-Threitol after Administration of D-Xylose in Man Ann.Med.Exptl.Biol.Fenniae (Helsinki) 43: 250 - 253 (1965) -

- 45) Prizont R., Hersh T., Floch M.H.

Jejunal Bacterial Flora in Chronic Small Bowel Disease I. Celiac Diseases II. Regional Enteritis - Am.J.Clin.Nutr. 23: 1602 - 1607 (1970) -

- 46) Vademecum Roche 1975

Hoffmann-La Roche AG Grenzach/Baden

- 47) Roe J.H., Rice E.W.

A Photometric Method for the Determination of Free Pentoses in Animal Tissues - J.Biol.Chem. 173: 507 - 512 (1948) -

- 48) Salomon L.L., Allums J.A., Smith D.E.

Possible Carrier Mechanisms for the Intestinal Transport of D-Xylose - Biochem.Biophys.Res.Comm. 4: 123 - 126 (1961) -

- 49) Sammons A.G., Morgan D.B., Frazer A.C., Montgomery R.D. Philips W.M., Phillips MG.

Modification on the Xylose Absorption Test as an Index of Intestinal Function - Gut 8: 348 - 353 (1967) -

- 50) Schedl H.P., Talley R.B., Clifton J.A.

Glucose and Electrolyte Absorption in the Normal Human Small Intestine: Inhibition by D-Xylose - J.Clin.Invest.43: 1232 (1964) -

- 51) Segal S., Wyngaarden J.B., Foley J.

The Effect of Insulin on Blood Levels of Infused Pentoses in Man - J.Clin.Invest. 36: 1383 - 1394 (1957) -

- 52) Shamma'a M.H., Ghazanfar S.A.S.

D-Xylose Test in Enteric Fever, Cirrhosis and Malabsorptive States - Brit.med.J.II: 836 - 838 (1960) -

- 53) Tabaqchali S., Booth C.C.

The Relationship of the Intestinal Flora to Absorption - Brit.med.bull. 23: 285 - 290 (1967) -

- 54) Than Batu A., Hla-Pe, Thein-Than

Validity of the D-(+)-Xylose Absorption Test as an Index of Intestinal Absorption - Clin.Chim Acta 32: 145 - 146 (1971) -

- 55) Verzár F.

Die Rolle von Diffusion und Schleimhautaktivität bei der Resorption von verschiedenen Zuckern aus dem Darm - Biochem. Ztschr. 276: 17 - 27 (1935) -

- 56) Wilson B.L., Mortlock R.P.
Regulation of D-Xylose and D-Arabitol Catabolism by
Aerobacter Aerogenes - J.Bacteriol.113: 1404 - 1411 (1973) -
- 57) Wilson F.A., Dietschy J.M.
Differential Diagnostic Approach to Clinical Problems of
Malabsorption - Gastroenterology 61: 911 - 931 (1971) -
- 58) Winitz M., Reginald F., Adams D.A., Seedman P.N., Peyton N.D.,
Lawrence G.J., Hamilton J.A.
Studies in Metabolic Nutrition Employing Chemically Defined
Diets, II Effects on Gut Microflora Populations
- AmJ.Clin.Nutr. 23: 546 - 559 (1970) -
- 59) Winitz M., Seedman D.A., Graff J.
Studies in Metabolic Nutrition Employing Chemically Defined
Diets, I Extended Feeding of Normal Human Adult Males
- Am.J.Clin.Nutr. 23: 525 - 545 (1970) -
- 60) Wyngaarden J.B., Segal St., Foley J.B.
Physiological Disposition and Metabolic Fate of Infused
Pentoses in Man - J.Clin.Invest. 36 II: 1395 - 1407 (1957) -

Lebenslauf

Name: Rudolf Wallenstätter

Geburtstag und
Geburtsort: 12. Mai 1949 in München

Staatsangehörigkeit: deutsch

Eltern: Ludwig Wallenstätter, Kaufmann
Martina Wallenstätter

Wohnung: Hippmannstraße 9, 8 München 19

Schulbesuch: 1955-1960 Winthirschule München (Grundschule)
1960-1969 Rupprechtgymnasium München
(Naturwissenschaftliches Gymnasium)

Schulabschluß: 28. Juni 1969 mit der Reifeprüfung

Studium an der Ludwig-Maximilians-Universität
München;
Wintersemester 1969/1970 Veterinärmedizin
Sommer 1970 - Sommer 1975 Zahnmedizin
ab Sommer 1972 Allgemeinmedizin

Tätigkeit zur Zeit: Assistent in freier Praxis in München.

Die vorstehend beschriebene Untersuchung fand in der Zeit vom 31. Oktober 1973 bis 16. Januar 1974 im Stoffwechsellabor von Prof. Dr. N. Zöllner an der Medizinischen Poliklinik der Universität München unter Leitung von Herrn Priv. Doz. Dr. G. Wolfram statt.

Für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit möchte ich mich bei Herrn Priv. Doz. Dr. G. Wolfram herzlich bedanken.

